

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Sadao KADOKURA, et al.

Serial Number: Not Yet Assigned

Filed: November 26, 2003

**Customer No.: 38834**

**For: BOX-SHAPED FACING -TARGETS SPUTTERING APPARATUS AND METHOD  
FOR PRODUCING COMPOUND THIN FILM**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

November 26, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

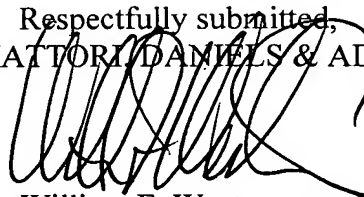
**Japanese Appln. No. 2003-280634, filed on July 28, 2003**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



William F. Westerman  
Reg. No. 29,988

Atty. Docket No.: 032120  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
WFW/ll

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    7 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 8 0 6 3 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 2 8 0 6 3 4 ]

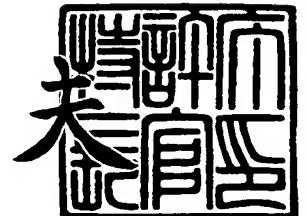
出      願      人                      株式会社エフ・テイ・エスコレーション  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    9 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 0 6 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 KS0011  
【提出日】 平成15年 7月28日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 C23C 14/35  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都八王子市宇津木町 9 4 0 番地の 1 6 5  
    【氏名】 門倉 貞夫  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都国分寺市富士本 3 丁目 2 0 番地 3 8  
    【氏名】 安福 久直  
【特許出願人】  
    【識別番号】 500557370  
    【氏名又は名称】 株式会社エフ・テイ・エスココーポレーション  
【代理人】  
    【識別番号】 100096253  
    【住所又は居所】 東京都台東区東上野一丁目 1 9 番 1 2 号 偕楽ビル  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 尾身 祐助  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 003399  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0018819

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

直方体状の枠体の 6 側面のうちの一つを開口した開口側面とし、ターゲットとその周囲に設けられたターゲット面に垂直方向の対向モードの磁界とターゲット面に平行な方向のマグネトロンモードの磁界を形成する永久磁石からなる磁界発生手段とを備えた一对の対向ターゲット部をその開口側面に隣接する両側の対向する側面に取着し、その他の側面を遮蔽した箱型対向式スパッタユニットをその開口側面において真空容器に取り付け、真空容器内に開口側面の開口部に対面するように基板を配置して基板上に薄膜を形成するようにした箱型対向ターゲット式スパッタ装置において、箱型対向式スパッタユニットの内部のプラズマ空間に電子を吸収する補助電極を設けたことを特徴とする箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 2】**

対向ターゲット部が中心部にターゲットを取付ける取付凹部を、その周囲の周壁内に永久磁石の収納部を形成した支持体を備え、その周壁の前端部若しくはその近傍に電子を反射する電子反射手段を備えた請求項 1 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 3】**

補助電極がターゲット間の対向空間のターゲットに平行な中心線上若しくはこの近傍に設けられた請求項 1 又は 2 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 4】**

補助電極がターゲットの長手方向の中心線上若しくはこの近傍に設けられた請求項 3 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 5】**

補助電極が電子反射手段の前方に設けられている請求項 1 ～ 4 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 6】**

補助電極が開口部側が閉じたコの字状の導電性材からなり、開口側面に対面する開口部の奥側側面の遮蔽板に取付けられている請求項 1 ～ 5 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 7】**

補助電極が導電性材のパイプからなり、側面を遮蔽する遮蔽板に取付けられ、強制冷却される請求項 1 ～ 6 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 8】**

対向ターゲット部の永久磁石の開放端側の磁極を磁氣的に結合するヨーク手段を設けた請求項 1 ～ 7 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 9】**

ヨーク手段が対向ターゲット部の支持体上に永久磁石の磁極を覆うように設けられた磁性材からなるポール部とこれらを磁氣的に結合する箱型対向スパッタユニットの側面に設けられた磁性材からなる結合部とからなる請求項 8 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 10】**

結合部が箱型対向スパッタユニットの開口側面に設けられた開口部を刳り貫いた平板からなる請求項 9 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 11】**

対向ターゲットの背後に主としてマグネトロンモードの磁界を調整する磁界調整手段を設けた請求項 1 ～ 10 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 12】**

磁界調整手段が永久磁石からなる請求項 11 記載の箱型対向ターゲット式スパッタ装置。

**【請求項 13】**

化合物薄膜を形成するに際し、請求項 1 ～ 12 記載のいずれかの箱型対向ターゲット式スパッタ装置により膜形成することを特徴とする化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 14】**

化合物薄膜が酸化物薄膜または窒化物薄膜である請求項 13 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 15】**

化合物薄膜が酸化物薄膜であり、ターゲットに膜を形成する酸化物を主成分とする酸化物ターゲットを用い、スパッタガスに酸素濃度が 1 容量%以下の不活性ガスを用いて酸化物膜を形成する請求項 14 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 16】**

酸化物薄膜が透明導電性酸化物薄膜である請求項 15 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 17】**

酸化物薄膜がインジウム錫酸化物薄膜である請求項 16 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 18】**

化合物薄膜が窒化物薄膜であり、ターゲットに窒化物の窒素を除く構成元素を主成分とするターゲットを用い、スパッタガスに酸素濃度が 1 容量%以下の窒素含有不活性ガスを用いて膜形成する請求項 13 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 19】**

窒化物薄膜がシリコン窒化物薄膜である請求項 18 記載の化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 20】**

基板を室温放置で、膜形成する請求項 13～19 記載のいずれかの化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 21】**

スパッタ電源が直流である請求項 13～20 記載のいずれかの化合物薄膜の製造方法。

**【請求項 22】**

膜形成される基板若しくはその表層が有機物からなる請求項 13～21 記載のいずれかの化合物薄膜の製造方法。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】箱型対向ターゲット式スパッタ装置及び化合物薄膜の製造方法

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、直方体状の枠体の6側面のうちの一つを開口とした開口側面とし、ターゲットとその周囲に設けられたターゲット面に垂直方向の対向モードの磁界とターゲット面に平行な方向のマグネトロンモードの磁界を形成する永久磁石からなる磁界発生手段とを備えた一对の対向ターゲット部をその開口側面に隣接する両側の対向する側面に取着し、その他の側面を遮蔽した箱型対向式スパッタユニットをその開口側面において真空容器に取り付け、真空容器内に該開口側面の開口部に対面するように基板を配置して基板上に薄膜を形成するようにした箱型対向ターゲット式スパッタ装置の改良並びにこれを用いた化合物薄膜の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

上述の箱型対向式スパッタユニットを備えた箱型対向ターゲット式スパッタ装置は、本発明者が提案したもので、以下の構成となっている（例えば、特許文献1参照）。

箱型対向式スパッタユニット70は、図7に示すように、直方体状枠体71の開口部となる開口側面71fを除いた5側面71a~71eのうち、開口側面71fに連なる4側面71a~71dのなかの対向する2側面71a, 71bにターゲット110a, 110b(図示なし)とその周囲に設けられた永久磁石からなる磁界発生手段を備えた対向ターゲット部100a, 100bを取着し、残りの3側面を遮蔽板72c~72eで遮蔽した構成であり、外形が立方体を含む直方体状で、全体として箱型となっている。そして、箱型対向ターゲット式スパッタ装置は、この箱型対向式スパッタユニットをその開口側面71fにおいて後述の図1に示すように真空槽に結合して、その開口部に対面するように真空槽内に配置した基板上に薄膜を形成するようにした構成となっている。

## 【0003】

この構成によるスパッタプラズマを生成・拘束する磁場形成は、例えば特許文献2に開示されているように、磁界発生手段を備えた対向ターゲット部の対向するターゲット間の対向空間には従来の対向ターゲット式スパッタ装置と同様にターゲットに垂直方向の対向モードの磁界がターゲット全域に形成され、これに加えてそのターゲット面近傍にはターゲット面に平行方向のマグネトロンモードの磁界がターゲット外縁周囲に形成される結果、高密度プラズマがターゲットの全面に亘って形成される。

従って、開口側面を除いた5側面を遮蔽した箱型対向式スパッタユニットを備えた箱型対向ターゲット式スパッタ装置ではスパッタされた粒子は、開口部を介して高真空に排気される基板が配置された真空槽に飛来し、基板上に堆積し、薄膜を形成する。

【特許文献1】特開平10-330936号公報

【特許文献2】特開平10-8246号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

前述した従来の箱型対向ターゲット式スパッタ装置は、コンパクトな構成で、低温で高品質の薄膜が形成できる特長を有し、各種の膜形成への応用が進められている。その一つに最近注目を集め、その商品化開発が盛んである有機ELデバイスの電極形成への応用があり、種々検討されている。

ところで、この電極は有機層の上に形成する必要があるため、下層となる有機層を損傷しないようにして形成でき、かつ高品質、例えば低抵抗の薄膜であること、場合により更には優れた透明性の薄膜であることが必要である。また、保護層としても同様に下層を損傷することなく、優れた防湿性等の保護機能と透明性を有する薄膜の製造が求められている。

同様に透明断熱フィルム等の高機能性フィルムの製造においても、金属酸化物、金属窒化物等の化合物薄膜の膜形成において、上述の下層を損傷しないで、所望の特性を備えた

高品質の薄膜が形成できる膜形成が求められている。

そして、これらの膜形成を従来の真空蒸着法に替えて膜の均一性、緻密性等に優れるスパッタ法で行うことが求められている。

【0005】

本発明は、かかる課題に鑑みて為されたもので、これらの要請に答える低温で下層の損傷が少なく、高品質の薄膜が形成できる箱型対向ターゲット式スパッタ装置を提供することを第1の目的とするものであり、更には、透明導電性膜、パッシベーション膜等に用いられる金属酸化物、金属窒化物等の化合物の薄膜の製造に際し、低温で高品質の膜が成膜できる化合物薄膜の製造方法を第2の目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の目的は以下の本発明により達成される。すなわち、その一つは、直方体状の枠体の6側面のうちの一つを開口した開口側面とし、ターゲットとその周囲に設けられたターゲット面に垂直方向の対向モードの磁界とターゲット面に平行な方向のマグネトロンモードの磁界を形成する永久磁石からなる磁界発生手段とを備えた一对の対向ターゲット部をその開口側面に隣接する両側の対向する側面に取着し、その他の側面を遮蔽した箱型対向式スパッタユニットをその開口側面において真空容器に取り付け、真空容器内に開口側面の開口部に対面するように基板を配置して基板上に薄膜を形成するようにした箱型対向ターゲット式スパッタ装置において、箱型対向式スパッタユニットの内部のプラズマ空間に電子を吸収する補助電極を設けたことを特徴とする箱型対向ターゲット式スパッタ装置である。

他の一つは、この補助電極を備えた箱型対向ターゲット式スパッタ装置により化合物薄膜を形成する化合物薄膜の製造方法である。

【0007】

上述の本発明は、以下のようにして為されたものである。

従来の箱型対向ターゲット式スパッタ装置において膜形成中の箱型対向式スパッタユニット内のプラズマをその発光状況により観察していると、対向モードの磁界による対向する両方のターゲット面からその中間点に向かって次第に細くなる鼓状発光部とマグネトロンモードの磁界によるターゲット表面近傍の半球状のお椀状発光部とからなるプラズマ発光が観察されると同時に、その他の空間から開口部の外側に広がる微発光が観察される。そして、この微発光について種々考察の結果、これはターゲット表面から放出した高いエネルギーの電子が箱型プラズマ空間を往復ドリフトしながらスパッタガス粒子と衝突してイオン化等でエネルギーを消費し、低いエネルギーの熱電子となり、この熱電子が磁力線の拘束を脱して真空槽空間に拡散する過程で浮遊するガスと衝突して生ずる励起状態を示したものと推察した。すなわち、低エネルギーの熱電子はエネルギーを消失する過程でプラズマ空間の拘束磁界の束縛を次第に受けなくなり、従来の側面が開放された対向ターゲット式スパッタ装置の場合にはそのまま周囲の空間に飛散してしまつてプラズマ空間に充満することは無かったが、側面が遮蔽された箱型対向式スパッタユニットでは電子は陽極となるその側面の遮蔽板等に流れるがその残りは箱内のプラズマ空間に滞留して、熱電子等の電子はそのプラズマ空間内に充満し、これが唯一開放された開口部から流れ出るにより開口部外側に広がる微発光が生じたものと推察した。そして、これら低エネルギーの熱電子等が基板表面に到達すると、場合により基板またはその上に形成された膜を介して流れてジュール熱を発生し、基板の加熱の大きな因子となり、あるいは形成される膜品質を損なうことになっていると推察した。そこで、この開口部から基板に流れる熱電子の除去が性能の向上には効果的と考え、この熱電子等をプラズマ空間で直接吸収する補助電極に想到した。

そして、種々検討したところ、この補助電極を設けることにより、従来の補助電極のない場合に比べ、基板の温度上昇を大きく抑制でき、低温での膜形成ができること、非常に高品質の膜が形成できること、あるいは膜形成速度を大きくできること等の種々の実用上重要な効果が得られることが確認され、十分に目的を達するばかりでなく、それ以外にも

大きな効果を奏することことがわかった。すなわち、補助電極は、見方を換えると成膜条件を調整できるものであり、新たな成膜条件の制御手段とみることができ、従って本発明は、新たな成膜条件の制御手段を備えた融通性に富んだ換言すれば適用範囲が大きく拡大した対向ターゲット式スパッタ装置を実現したものである。

さらに、この補助電極を設けた箱型対向ターゲット式スパッタ装置により、化合物薄膜、具体的には酸化物薄膜、窒化物薄膜を形成したところ、後述の成膜実施例に示すように、従来の箱型対向ターゲット式スパッタ装置での製造に比べて低温で成膜でき、基板の温度を制御すること無く、室温に放置した状態で安定に膜形成できること、品質が格段に優れた膜が形成できること、膜形成速度が大きくなること等が判り、第2の本発明に想到した。

上述の本発明において、補助電極の設置位置はプラズマ空間内であれば特に限定されないが、目的に応じて適宜に選定することが好ましい。低温での膜形成の面あるいは膜形成速度の面からは、過剰電子が効果的に吸収できるプラズマ空間の中心部、具体的にはその中心線上若しくはその近傍が好ましく、膜品質の向上の面からは対向モードとマグネトロンモードの磁界が交錯し、熱電子が滞留し勝ちな電子反射手段の近傍空間が好ましく、更には電子反射手段に沿ってその全周に亘って設ける構成が好ましい。

また、補助電極は、基板方向への熱電子等の移動を更に抑制する面からは、開口部の近傍に設ける構成、さらにはその全周に沿って実質的にこれを囲むように設けた構成が、好ましい。

なお、補助電極の電位は、熱電子を吸収できれば良く、通常は陽極と同電位で接地を用いるが、適当なプラスの電圧としてもよい。

なお、本発明の補助電極は、電子が充満し易いプラズマの閉じ込めが強いほど効果的であり、この面から対向ターゲット部の永久磁石の開放端側磁極を磁氣的に結合するヨーク手段を設けた構成において一層効果的に適用できる。中でも、ヨーク手段が対向ターゲット部の支持体上に永久磁石の磁極を覆うように設けられた磁性材からなるポール部とこれらを磁氣的に結合する箱型対向式スパッタユニットの側面に設けられた磁性材からなる結合部とからなる構成、更にはこの結合部が箱型対向スパッタユニットの開口側面に設けられた開口部を刳り貫いた平板である構成が、コンパクトで基板およびその上に形成される薄膜への熱電子の影響抑制の面から好ましく適用される。

また、同じくプラズマの閉じ込めの面からは、対向ターゲットの背後に主としてマグネトロンモードの磁界を調整する磁界調整手段を設け、マグネトロンモードのプラズマ拘束を高めた構成との組み合わせに更に一層好ましく適用される。

もう一つの本発明においては、スパッタ成膜が温度面、膜形成速度面等で難しいと言われる金属酸化物または金属窒化物等の化合物薄膜の形成において特に効果的である。酸化物薄膜の場合は、ターゲットに膜を形成する酸化物を主成分とするターゲットを用い、酸素濃度が1容量%以下のスパッタガスで膜形成することが、下層等への反応性ガスの影響防止の面、スパッタプロセスの安定性の面から好ましい。特に、銀膜、有機膜等の酸化等反応され易い表層上に形成する場合効果的である。また、窒化物薄膜の場合は、ターゲットに膜を形成するガス成分を除いた元素を主成分とするターゲットを用い、酸素濃度が1容量%以下の窒素含有不活性ガスをスパッタガスに用いて膜形成することが、低温成膜、膜形成速度、膜品質面から好ましい。

また、本発明は、半導体デバイス、フラットパネルディスプレイ、中でも有機半導体デバイス、有機EL等の有機デバイスに好ましく、適用される。すなわち、膜形成される基板若しくはその表層が有機物からなる場合、多層薄膜から構成される透明断熱フィルムといった緻密な界面を必要とする機能性薄膜に、その効果は一層顕著である。

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

以上の本発明は、従来の箱型対向スパッタユニットのプラズマ空間に補助電極を設けることにより、従来に比べ大幅に低い温度で、あるいは大きく品質の向上した膜を成膜出来る箱型対向ターゲット式スパッタ装置を実現したものであり、スパッタ成膜の適用が難し



いとされていた分野、例えば有機ELディスプレイ等の電極膜、半導体デバイスの各種薄膜、透明断熱フィルム等の高機能フィルムの機能性薄膜等の薄膜形成に広く適用できるものである。特に膜を形成する際の下地層が有機物や機能性層の如く熱や高エネルギー粒子の衝突でその機能が損なわれるような層である場合に大きな効果が得られるものである。

本発明は、従来のスパッタや蒸着技術では回避できないスパッタ（蒸発）源から発生する電子が基板に到達してジュール熱を発生するプロセスを抑制する新規な技術更には新たな成膜条件の制御技術を見出したものである。即ち、箱型のプラズマ空間で磁力線の拘束力と補助電極を利用して熱電子が基板表面に到達しにくい条件等の制御技術を実現した結果、スパッタ粒子の運動エネルギーを高める高真空スパッタ条件でも低温で基板表面を損傷することなく緻密な薄膜が形成できるプロセスが得られる。この結果、例えば長尺のフィルム等の連続製膜プロセスにおいても従来技術では必須な冷却ロール等を用いて基板冷却する複雑かつ大型な機構の必要がなくなるため、簡便でコンパクトな装置構成が可能であり、本発明は次世代スパッタ技術への大きな一歩を実現したものである。

このように、本発明は益々要請が高まる高機能性膜の成膜を工業生産に適したスパッタ成膜で可能とする大きな効果を奏する対向ターゲット式スパッタ装置を提供するものであり、工業上大きな寄与を為すものである。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0009】

図1は、本発明の箱型対向ターゲット式スパッタ装置の実施の形態の、部分的に断面図にて示す斜視概略図である。本実施の形態の箱型対向式スパッタユニット（以下、箱型ユニットと略称する。）70は、従来のターゲット部100a、100bを真空槽10の槽壁11に直接取着するものとは異なり、ターゲット部100a、100bを直方体状の枠体71の図で左右の対向側面71a、71bに気密に取着し、基板20に面する図で下側の開口側面71f以外の側面71c～71e（図で手前側の側面71cは図示無し）を遮蔽板72c～72e（図で手前側の側面71cの遮蔽板72cは図示無し）で気密に遮蔽して、開口側面71fのみが開口し、その他は密閉された箱型構成としている。これにより、コンパクトな構成で安全性、生産性の良い工業生産に適した対向ターゲット式スパッタ装置が実現される。

#### 【0010】

以下、本発明の詳細を図面を用いて説明する。図1は、前述の通り、本発明の実施の形態のインライン式の箱型対向ターゲット式スパッタ装置の側断面図を含む斜視図である。図2は、本実施の形態に用いたターゲット部の斜視図で、図3は図2でのA-A線での側断面図、図4は図3のB-B線での平面断面図（パッキン156a、Oリング118aは図示省略）、図5、図6は成膜実施例に用いた補助電極の斜視図である。先ず、図2～図4を参照して、ターゲット部100a、100bの詳細について説明する。

図2～図4より明らかなように、本例の基本的な構成は、磁界調整手段、ヨーク手段を除いて前述の特許文献1開示のものと同一である。図2～図4に示すように、本例の対向したターゲット部100a、100bは、枠体71に一体的に取外し可能なユニット構成になっている。なお、図2～図4は、ターゲット部100aの図であるが、ターゲット部100bは磁界発生手段の永久磁石130aと磁界調整手段の永久磁石180aの磁極N、Sの配置が逆になる点を除いてこのターゲット部100aと同じ構成であり、その詳細図は省略する。

#### 【0011】

図2から明らかなように、ターゲット部100aは、支持体部150aのフランジ155aにより枠体71に着脱可能に取り付けられる構成となっている。そして、ターゲット部100aは、以下のように支持体モジュールとターゲットモジュールとのモジュール構成になっている。

図3に示すように、ターゲットモジュールは、ターゲット110aとバックング部113aと電子反射手段170aとからなり、一体的に支持体モジュールの支持体部150aの前面のターゲットモジュールの取り付け部の凹部152aにその周辺部で一定間隔のボルト111aにより交換可能に取り付けられている。

#### 【0012】

ところで、本例では、前述の特開平10-330936号公報開示のものと異なり、冷

却ジャケット160aはバックング部113aの内部に形成されている。すなわち、冷却ジャケット160aは、バックング部113aの厚い板状体からなるバックング本体114aの後部（図では下部）にターゲット110aの全面をできる限りカバーする大きさで、図2に点線で示すジグザグの冷却溝161aを形成する隔壁162aを備えた段付凹部を形成し、この段部に冷却溝161aへの接続口163aを形成した蓋体115aを溶接して段付凹部を密閉することにより形成した。なお、バックング部113a、隔壁162aは熱良導材、具体的には本例では銅とした。また、図示省略したが、接続口163aには接続具を介して合成樹脂のチューブを貫通孔154a、193aを通して配管し、冷却ジャケット160aに冷却水を通すことができるようにしてある。

そして、このバックング部113aの前面にターゲット110aを熱良導性の接着材（本例ではインジウムを用いた）で接着すると共に、図示のように電子反射手段170aをその側壁にビス（図示省略）で取装着して、ターゲットモジュールとした。なお、電子反射手段170aは、磁界発生手段の磁極を兼ねるように強磁性体、本例では鉄板からなり、図示のように支持体部150aの磁界発生手段の収納部となる周壁部153aの前面を覆い、ターゲット110aの周辺部に臨む幅の電子反射プレート部171aを、側断面がL字状の熱良導体の銅からなる取着部172aで支持した構成となっている。従って、電子反射プレート171aは取着部172aを介して効果的に冷却される。なお、電子反射プレート171aは、ターゲット110aの外側に設けた永久磁石130aの前面具体的には周壁部153aの前面に飛来する電子を反射するものであればよく、場合によりスパッタされることもあるので、その恐れのある場合はターゲット110aと同じ材料とすることが好ましい。この場合で材料が磁性材でない場合は、電子反射手段を設けない場合と同様に永久磁石130aを対向側の磁極がターゲット110a前面より少し前方に位置するように配置することが好ましい。後述の成膜の実施例ではこの配置の構成とし、電子反射プレート171aはターゲット110aと同じ材とした。

#### 【0013】

なお、このターゲットモジュールは、図3に示すように、下記に詳述する支持体モジュールの支持本体部151aの前面の凹部152aに所定間隔のボルト111aによりバックング部113aの後面が該凹部152aの表面に直接接するように取装着される。なお、図の116aは、真空シール用のOリングであり、ここで真空槽10内と真空遮断している。本構成により冷却ジャケット160aは溶接でシールされ、且つ真空槽10内の真空部とはOリング116aでシールされるので、冷却水と真空部は二重シールになっており、冷却水の真空槽10内への漏れはなく、且つ真空シールのOリング部は冷却水とは隔離されるので、これが冷却水に接する従来例で見られたシール性能の経時劣化等の問題も無く、全体として信頼性並びに安全性が向上する。そして、支持体部150aには、軽量で安価な材料、アルミニウム等が使用できる。

支持体モジュールは、熱良導材本例ではアルミニウムのブロックから切削加工により図示のように成形された一体物の支持体部150aからなる。そして、その取付部のフランジ部155aにおいて電気絶縁材本例では耐熱性樹脂からなるパッキン156a及び真空シールのOリング117a、118aを介して枠体71に一定間隔のボルト112aにより気密に取り付けられている。

支持体部150aは、図2に示すように、外形は直方体の支持本体部151aの図で下面の後面側に枠体71への取り付け用の所定幅のフランジ部155aを突設した構成となっている。そして、支持本体部151aの前面（図で上面）には、ターゲットモジュールを取り付ける凹部152aが形成され、凹部152aを囲む周壁部153aには磁界発生手段の永久磁石130aを収納する収納部131aが大気側の後面（図で下面）側から穿設されている。なお、周壁部153aの前面には、前述のように、電子反射手段170aが設けられているが、電子反射手段170aを設けない場合は、周壁153aは、ターゲット110aが磁性材の場合でもターゲット110aの周縁部の前面近傍にマグネトロンモードの磁界を確実に形成できるように、永久磁石130aの前端面が槽内側にターゲット110a前面より少し突き出すように収納できるように設けることが好ましい。

収納部131aは、図3、図4に示すように、槽外の大気側から磁界発生手段の永久磁石130aを出し入れできるように、大気側に開口した所定深さの溝穴からなっており、永久磁石130aはこの収納部131aの溝穴に図示の磁極配置で挿着される。永久磁石130aは、本例では

所定長、所定幅の板状のアルニコ等市販の永久磁石を用い、図示のように所定数個の永久磁石130aをターゲット110aの周囲にこれを取り囲むように配設し、電気絶縁材本例では薄い樹脂板からなる固定板132aを接着して固定してある。

#### 【0014】

従って、永久磁石130aは、真空槽10内とは完全に遮断され、また直接接触した熱伝導性の良い支持本体部151aとバックリング部113aを介して冷却ジャケット160aに熱的に接続しており、これにより効果的に冷却される。従って、従来からよく問題になる永久磁石130aからの不純ガスの真空槽10内への混入の問題が解消し、且つ永久磁石130aの経時劣化も非常に小さく、信頼性、長期安定性、安全性が良いという効果を奏する。なお、この構成により支持本体部151aとバックリング部113aとの界面に沿って冷却ジャケットが形成された従来例と実質的に差のない冷却効果が得られた。

また、永久磁石130aは、前述の図1に示す通り、上記の配置構成により、プラズマを閉じ込める磁界として、対向するターゲット部100bの永久磁石130bと共同して対向空間120を圍繞するターゲット110a、110bに垂直な方向の対向モードの磁界と電子反射プレート部171aのターゲット側の内側端部からターゲット110aの中央部寄りの表面に向かう円弧状のターゲット110aに平行な方向のマグネトロンモードの磁界を生ずる。そして、前者の対向モードの磁界でターゲット110aの中心部のスパッタが、後者のマグネトロンモードの磁界ではターゲット110aの周辺部のスパッタが主として支配され、全体として全表面にほぼ均一にスパッタされ、従来の代表的なスパッタ法であるプレーナマグネトロン式スパッタ法に比べ、全面均一なスパッタが実現される。

#### 【0015】

ところで、本例には、図3、図4に示すように、マグネトロンモードの磁界を対向モードの磁界と独立に調整する磁界調整手段が以下のように設けられている。すなわち、支持体部150aの支持本体部151a後面側の基板と平行、換言すれば基板幅方向の中心線上に磁界調整手段の永久磁石180aを取り付けるための所定深さで所定幅の溝部181aが穿設されている。なお、本実施の形態では条件の変更例えば各種材質のターゲット110a等に対応して磁界調整手段の永久磁石180aの取付位置が容易に調整できるように溝部181aをターゲット110aのほぼ全幅に亘るように設けてある。本施の形態では、マグネトロンモードの磁界を全体的に強めるように図4に示すようにこの溝部181aの全長に亘って磁界調整手段の所定長の板状の永久磁石180aを配置し、固定板132aと同じ薄い樹脂板からなる固定板182aを接着して固定してある。なお、本例では、図示のように、磁界調整手段の永久磁石180aと磁界発生手段の永久磁石130aとは、固定板182a、132aを介して後述のヨーク手段のポール部191aにより磁氣的に連結されている。

従って、磁界調整手段である永久磁石180aを設けた個所におけるマグネトロンモードの磁路は、図3に二点鎖線で示すように、磁界発生手段である永久磁石130aの前端（図の上端）のN極から電子反射プレート部171aを経由してそのターゲット側の端部からターゲット110aを通して磁界調整手段の永久磁石180aの図で上端（S極）に至り、その下端から固定板182a、ポール部191a、固定板132aを経由して磁界発生手段の永久磁石130aの後端（図で下端）のS極に戻る回路となり、その磁界はこれに沿って主として形成される。

これにより、従来の磁界調整手段のない場合と異なり、磁界調整手段によりターゲット110aの前面近傍のマグネトロンモードの磁界は磁界調整手段により調整できるので、対向モードの磁界と独立にマグネトロンモードの磁界で支配されるターゲットの周縁部のプラズマ拘束を調整でき、ターゲットのエロージョンの均一化、更には形成される薄膜の幅方向の膜厚分布の均一化ができる。

なお、磁界調整手段で、このような効果が得られる理由は以下のように考えられる。すなわち、磁界調整手段は、その設置個所及びその近傍でマグネトロンモードの磁界をターゲットの中央寄りに移動してその分布を中央部の方に広げる。そして、これにより、当該個所で対向モードの磁界との交絡部分が増してその相互作用が強くなり、従って局所的にプラズマ拘束作用が増し、スパッタ速度、従って膜厚が調整されると考えられる。特に矩形状のターゲットの長手方向の両端部においてこの効果は顕著であり、従って、本例の如

く中心部全長に亘って設けるとターゲットの長手方向の均一化領域が拡大する効果が得られる。なお、マグネトロンモードの磁界の強度を調整することにより、同様にその対向モードの磁界との相互作用が調整できるので、同じ効果が得られる。また、上述の磁界の移動方向、移動量あるいは磁界の強度は、その目的に応じて選択される。

#### 【0016】

さらに、この磁界調整手段の構成により、ターゲット全面での浸食の均一化が一層良くなることが判った。従来例では長方形のターゲットの角部近傍においてその一方の対角にある角部近傍と他方の対角の角部近傍で若干であるが浸食に差がある問題があったが、この磁界調整手段によりこの差が無くなり、ターゲットの利用効率が約10%向上した。これは直接膜製造コストに結びつくもので、工業生産では大きな効果となる。

また、この磁界調整手段は、対向モードの磁界発生手段と独立に、マグネトロンモードの磁界強度を調整できるものであり、後述のようにヨーク手段と組み合わせてプラズマ拘束用の対向モードとマグネトロンモードの磁界分布の最適調整に大きな効果を奏する。

なお、磁界調整手段は、上述したところから明らかなように、前述の通りターゲット110aの前面近傍にプラズマを拘束するマグネトロンモードの磁界を調整できるものであればよく、本例の永久磁石の他、高透磁率の磁性材等も適用できる。具体的な配置、用いる磁石強度等は、ターゲットの材質、ターゲット周りの機械的寸法、配置等多くの影響因子があるので、実験的或いはその蓄積に基づくシミュレーション等により決めるのが好ましい。

#### 【0017】

以上、ターゲット部100aは、支持体部150aにその全部が設けられた構成となっている。そして、ターゲット部100aは、取付用のフランジ部155aを枠体71に電気絶縁材、具体的には耐熱性樹脂からなるパッキン156a、真空シール用Oリング117a、118aを介して一定間隔の電気絶縁材からなるブッシュ（図示省略）を用いてボルト112aにより取付けることにより、図1に示されるように枠体71に電氣的に絶縁された状態で気密に設置され、以下の箱型ユニット70が構成される。

すなわち、この箱型ユニット70は、直方体状の構造材（本例ではアルミニウム）からなる枠体71の側面71a、71bに前記のターゲット部100a、100bを上述のように枠体71と電気絶縁して気密に取着し、基板20に対面する下面の開口部となる側面71fを除いてその他の側面71c～71eに遮蔽板72c～72eをOリング（図示省略）を介してボルト（図示省略）により気密に取着して閉鎖した構成となっている（側面71c、その遮蔽板72cは図示なし）。なお、遮蔽板72c～72eは耐熱性があり、真空遮断できれば良く、その材は限定されず、通常の構造材が適用でき、本例では枠体71と同じアルミニウムを用いた。なお、遮蔽板72c～72eは、必要に応じて、その外側に冷却管等を設けて冷却する。

そして、この箱型ユニット70には、同図に示すように磁界発生手段の対向する永久磁石130a、130bの開放端側、図では外側、の磁極を結合して閉じる以下のヨーク手段が設けられている。すなわち、ヨーク手段は、ターゲット部100a、100bの背後の永久磁石130a、130bの固定板132a、132b及び磁界調整手段の永久磁石180a、180bの固定板182a、182bの上に設けられた各側面の全面を覆う長方形の強磁性体、本例では鉄板、からなるポール部191a、191bと、これらを磁氣的に連結する本例では開口部の側面71fに設けられた開口部が削り貫かれた側面全面を覆う大きさの鉄板からなる連結部192とで構成されている。本例ではポール部191a、191bの図で下辺側を下方に延長して、このポール部191a、191bの両端面が連結部192を接する構成としている。なお、ポール部191a、191bの取り付けは、永久磁石130a、130bの磁力で十分に強く接合できるので、この磁力のみで十分であるが、本例では安全のためビス（図示省略）等で固定してある。

#### 【0018】

上述の構成は、ポール部191a、191bがターゲット部100a、100bの背面とは電気絶縁され、ヨーク手段は連結部192で枠体71と電氣的に接続されるので電氣的に接地されており、箱型ユニット70の真空槽10の外部にある全側面が接地された安全な構成で、且つ板状体を取付けるのみの簡単な構成であり、既設の箱型ユニット70にも簡単に適用できる。さらに

、基板側への磁界漏れが減少するので、特に下地層の損傷防止の面からはこの構成が好ましい。なお、本例の構成では、連結部192は枠体71にOリング（図示省略）を介して気密にボルト（図示省略）で取付され、箱型ユニット70は槽壁11に連結部192と一体的にOリング（図示省略）を介して気密に固定される。また、外部への漏れ磁界の減少の面からはポール部191a、191bを本例のようにその全側面を覆う板状体とすると共に、ユニット70の外部のその他の全側面にも板状体の連結部を設けてユニットの外部の全側面をヨーク手段で覆う構成が好ましい。なお、ヨーク手段は、磁極が対向する永久磁石130a、130bの対向側と反対側の開放側の夫々の全磁極を磁氣的に結合して実質的に閉磁路にできるものであればよく、ポール部、連結部とも必ずしも全側面を覆う板状体とする必要がないこと、磁極とポール部、ポール部と連結部等の間に微少なエアギャップがあってもよいこと等は言うまでもない。また、連結部192は、本例の開口部の側面ではなく、その他の側面に沿って設けてもよい。

#### 【0019】

そして、この箱型ユニット70は、その開口部が真空槽10に臨むように枠体71の図で下側の開口側面71fでヨーク手段の連結部192を介して図示のように真空槽10の槽壁11に気密に取り付けられる。従って、真空槽10と枠体71とは取り付けボルトにより電氣的に接続されている。本例の対向ターゲット式スパッタ装置は、基板20を搬送しつつ、膜形成する構成のもので、この真空槽10の前後図では左右には図示省略したが公知の基板供給室と基板取り出し室が接続され、基板20を一定速度で駆動される搬送ローラ22に載置して一定速度で搬送しつつ膜形成できるようになっている。勿論、開口部の真下に基板20を停止して、膜形成することもできる。後述の成膜の実施例では、基板20は停止した状態で膜形成を行った。

以上の構成においても、箱型ユニット70内ではターゲット110a、110bが所定間隔で対向し、かつプラズマの拘束磁界の基本構成も前述の図7すなわち従来例と同じであり、よってスパッタ電源を真空槽10の槽壁11を陽極として、ターゲット部100a、100bを陰極としてそれらの適所に接続してスパッタ電力を供給することにより従来例と同様にスパッタ成膜が行われる。

#### 【0020】

そして、対向空間120の側面は開口部の図で下側の開口側面71fを除いて遮蔽されているので、スパッタ粒子は開口部のみから真空槽10に飛び出して対面する基板20にそのまま向かう。従って、従来の対向空間の全側面が解放された側面開放型に比べ、スパッタ粒子の真空槽10での基板以外への飛散が少なく、ターゲット利用効率及び安全性が向上すると共にこの箱型ユニット70を複数個並べて設けても数cm以上の間隔があれば相互の汚染が実質的に無いので多層膜の形成がコンパクトな構成で実現できる。また、図から判るように、この構成は、スパッタ部が箱形のコンパクトな構成で真空槽10の外側に設置されるので、真空槽内の構成は基板の搬送あるいは保持のみでよいので簡素で安全性もよく、更に真空容積も大幅に減少してそれだけ真空吸引時間も短くなり設備稼働率が向上し、設備費面、生産性面でも大きな効果が得られる。

ところで、本例ではヨーク手段が設けられているので、前述の通り、ヨーク手段の無い従来例に比べて、対向モードの磁界の強さが増加する一方、開口部の端部から箱型ユニット70の外部へ広がる磁界の強さは低下する。そして、この磁界の強さの変化により対向空間へのプラズマの拘束、特に開口部での拘束が強化されると共に、基板に電子等を誘導する外部の磁界が弱くなるので、プラズマ、電子等の基板への漏れが少なくなり、従来例より一層低温での膜形成ができると共に下地層の損傷が少ない膜形成ができる。その上、プラズマの閉じ込めが良くなるので、より一層高真空での膜形成が可能で、不純物の少ない高品質の膜が形成できる。

#### 【0021】

なお、このヨーク手段を設けた構成では、開口部の外部に生じる磁界の強さの低下と共に、それに対応する箱型ユニット70内の磁界すなわちターゲット面に平行な水平磁界の分布が変化する。即ち、マグネトロンモードの磁界の分布が変化する。これに対して、本例

ではこのマグネトロンモードの磁界を対向モードの磁界と独立して調整できる磁界調整手段を備えているので、この磁界調整手段具体的には永久磁石180a, 180bによりこの磁界分布が調整できるので、この磁界分布を最適値に調整できる。このように、ヨーク手段と磁界調整手段を組み合わせることにより、プラズマ拘束用の磁界分布を各種の膜の形成に適したものに制御できる。なお、形成する膜によっては、この磁界分布の変化の影響が実質的に無視できる場合もあり、この場合は磁界調整手段による調整は不要である。形成する膜に応じて適した磁界分布とすることが肝要であり、これは通常実際の試作で検討確認するが、これらのデータの蓄積によりシミュレーションによりによる検討も可能である。

#### 【0022】

ところで、前述したように、箱型ユニットでは、開放型に比べて、箱型空間内への電子の閉じ込めが強く、特に上述のプラズマ閉じ込めを強化するとこれが顕著で、開口部からの熱電子の流出が生じると言う問題が見出された。これは、金属酸化物膜等の反応性スパッタによる成膜において一層顕著であった。

これに対して、本例では、上述の構成に加えて、本発明になるプラズマ空間から直接電子を吸収する補助電極が以下のように設けられている。すなわち、本例の補助電極は、図1に示すように、プラズマ空間具体的には箱内の対向空間のターゲットと平行方向の中心線上若しくはその近傍に配置した棒状電極201で構成している。具体的には、図5に示すように、棒状電極201は、所定長の直線状の本体部201aとこれを支持する脚部201b、201cからなり、全体としてコの字状で、脚部201b、201cは開口部の側面71fに対面する奥側の側面71eを遮蔽する遮蔽板72eに取付けられ、本体部201aが所定位置に配置できるように所定長となっている。すなわち、遮蔽板72eを枠体71に取付けたとき、遮蔽板72eと本体部201aがプラズマ空間の基板20の送り方向と垂直な幅方向の上記中心線の近傍に位置するようになっている。なお、本例では本体部201aと両脚部201b、201cとは一本の連続した銅パイプからなり、両脚部201b、201cは図1に示すように遮蔽板72eを貫通させて外部まで延長し、外側から冷却水を強制循環して冷却できるようにしてある。両脚部201b、201cの遮蔽板72eへの取付けは、溶接により密封されている。

#### 【0023】

なお、補助電極の配置、形状は特に限定されない。上には熱電子を含む過剰電子を吸収するのに最も効果的と思われるプラズマの中心部に設けた例を示したが、熱電子の効果的な吸収という面からは、図7に示す、上記と同様のコの字状の2本の銅パイプからなる棒状電極202, 203を遮蔽板72eのターゲットに垂直方向の両端部に配置した構成が好ましい。ここで、棒状電極202, 203の本体部202a, 203a及び脚部202b, c, 203b, cの長さは、これらが熱電子の滞留し易いと観察されたターゲットの周囲の電子反射板171aの前方の近傍に位置するようにしてある。

そして、これらの補助電極を設けると、電子の滞留に伴う発光が非常に減少することが確認され、基板の成膜中の温度上昇も抑制されることが確認された。又、場合によりさらに、驚くべきことに、ほぼ同条件で成膜した場合に補助電極の無い従来例に比べ、膜質が向上すること、膜形成速度が大きくなることが判った。

すなわち、金属酸化物等の化合物薄膜を成膜するに際し、上述の補助電極を備えた箱型対向ターゲット式スパッタ装置により膜形成する本発明の化合物薄膜の製造方法により、高品質な膜が耐熱性等の低いポリエステルフィルムのような有機フィルム基板等に基板を室温放置のままで安定して成膜できる。

従って、特に有機ELデバイス等で必要な有機物層上に電極、更には保護膜等を形成するのに効果的である。効果的に適用できる例として、電極としては、インジウム・錫酸化物(ITO)、酸化亜鉛、保護膜としては酸化珪素、窒化珪素等が挙げられる。また、基板としては、有機物層を形成した基板、ポリエステル等のプラスチック板、プラスチックフィルムが挙げられる。

また、本発明方法では、酸化物薄膜の製造に際し、酸素は非常に低い濃度で良好な化合物膜が得られる。本発明方法では酸素濃度は1容量%以下で十分な品質の膜が得られており、膜形成時の酸素による下地層の劣化防止、連続的に積層する場合の他層への影響防



止の面で大きな効果を奏する。この面から酸素の濃度は、1 容量%以下が好ましい。なおまた、本発明方法によれば透明な導電性の酸化物膜では、透明性及び導電性共に優れた膜がターゲットに目的の酸化物が主成分で適当な導電性を有するターゲットを用いると比較的に大きい膜形成速度で成膜ができるので、有利に適用できる。

#### 【実施例】

##### 【0024】

以下に、本発明の製造方法による成膜実施例を補助電極のない従来装置で成膜した比較例と共に示す。

##### 〔成膜実施例 1、比較例 1〕

図1の装置（実施例 1）及び同図の装置において遮蔽板72eを補助電極の無い単なる板にした補助電極を設けない従来装置（比較例 1）により、スパッタ電源は直流で、ターゲットにシリコンのターゲットを用い、ガスにアルゴン、窒素、微量の酸素の混合ガスを用いて反応性スパッタにより、同条件でガラス基板上に微量の酸素を含むシリコンの窒化物膜を作成した。その際、基板に熱電対を取付けて、その温度を測定した。その結果を下の表 1 に示した。なお、透過率は、光波長 510 nm での測定値、表面抵抗は長さ 1.5 cm の電極を 1.5 cm の間隔で平行に配置して測定した測定値、膜厚は触針式膜厚計による測定値である。

##### 【0025】

【表 1】

サンプル番号	実施例 1	比較例 1
〔作成条件〕		
ガス/流量	Ar/40sccm	Ar/40sccm
	N <sub>2</sub> /9.5	N <sub>2</sub> /9.5
	O <sub>2</sub> /0.5	O <sub>2</sub> /0.5
ガス圧	1.0Pa	1.0Pa
電力/成膜時間	1500W/10分	1500W/10分
〔成膜時温度上昇〕		
スタート	28℃	27℃
3分	57℃	64℃
5分	65℃	87℃
8分	71℃	98℃
10分	73℃	101℃
〔評価結果〕		
透過率		
ガラス	87%	77%
膜厚	3961 Å	5218 Å

##### 【0026】

この結果から、本発明方法によれば補助電極を設けない従来法に比べ、膜形成速度は低下するが、大幅に基板の温度上昇を抑制できることが明らかである。そして、その温度上昇は、ポリエステルフィルム等の有機フィルムに、基板を冷却することなく室温放置のま

まで、基板を損傷することなく成膜できることを示している。このように、本発明方法は驚くような実用上の効果を奏するものである。

#### 【0027】

〔成膜実施例 2、3 及び比較例 2〕

図 1 の装置（実施例 2）と、図 1 の装置において補助電極を図 6 の補助電極に換えた装置（実施例 3）と、図 1 の装置において遮蔽板 72e を前述の補助電極の無い単なる板にした従来の装置（比較例 2）で、スパッタ電源は直流電源で、インジウム・錫酸化物（ITO）の酸化物ターゲットを用いて、ほぼ同じ膜作成条件でガラス基板上に ITO 膜を作成して、比較した。

その結果を表 2 に示す。各測定値は、実施例 1 と同様にして測定したものである。

#### 【0028】

【表 2】

サンプル番号	実施例 2	実施例 3	比較例 2
〔作成条件〕			
ガス／流量	Ar/13sccm	Ar/13sccm	Ar/13sccm
ガス圧	0.11Pa	0.11Pa	0.12Pa
電力／成膜時間	500W／4分	500W／4分	500W／4分
〔成膜時温度上昇〕			
スタート	32℃	23℃	26℃
1分	33℃	28℃	31℃
2分	35℃	33℃	36℃
3分	36℃	36℃	39℃
4分	37℃	38℃	41℃
〔評価結果〕			
透過率 / 表面抵抗			
ガラス	52% / 99Ω/□	87.5% / 29.7Ω/□	56% / 61Ω/□
膜厚	1843Å	1232Å	1743Å

#### 【0029】

表 2 の実施例 2 と比較例 2 の比較により、実施例 2 では膜形成時の温度上昇が減少すると同時に、膜形成速度が大きくなっている。従って、同じ膜厚を形成する場合には、温度上昇は従来例に比べ大きく抑制できる。但し、膜質具体的には透明導電性膜として重要な光透過率と表面電気抵抗は大きく低下しているが、膜形成速度が大きくなった点が影響していると考えられる。この点は後述の実施例 4 から明らかなである。

一方、実施例 3 と比較例 2 を比較すると、実施例 3 では光透過率と表面電気抵抗が大きく改善されることがわかる。一方、膜形成時の温度上昇に若干抑制されるが、大きな差はなく、また膜形成速度は低下している。ところで、本例では、膜厚が薄いにも拘らず、低抵抗の ITO 膜が得られており、高品質の膜が形成されていることが判る。

これらの実施例 1～3 の結果から、補助電極の構成により、成膜時の温度上昇の抑制のみでなく、その形状、配置等により成膜速度を上げること、膜質を向上させることも可能



で、その目的に応じて、その構成を実テストで確認して適宜選択すればよい。このように、補助電極はスパッタ成膜における成膜条件を制御する新たな制御手段を提供するものである。

### 【0030】

#### 〔成膜実施例4〕

図1の装置により、実施例2の膜質を改善するため、微量の酸素ガスを添加して、実施例2と同様にしてガラス基板と厚み40 $\mu$ mのポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム基板の上に膜形成した。その結果を表3に示す。なお、各測定は実施例1と同じ方法で行った。

### 【0031】

【表3】

サンプル番号	実施例4
〔作成条件〕	
ガス/流量	Ar/13sccm、O <sub>2</sub> /0.1sccm
ガス圧	0.11Pa
電力/成膜時間	500W/4分
〔成膜時温度上昇〕	
スタート	25℃
1分	31℃
2分	35℃
3分	38℃
4分	39℃
〔評価結果〕	
透過率 / 表面抵抗	
ガラス	81% / 24 $\Omega$ /□
PET	85% / 22 $\Omega$ /□
膜厚	1571Å

### 【0032】

表3より、微量の酸素（0.8%）を添加することにより膜品質を改善できることがわかる。すなわち、実質的に下地層等に影響のない酸素濃度のガスで十分な性能のITO膜が得られることが判る。また、PETフィルム上にも高品質のITO膜が得られており、また、そのカールもITO膜側を凸にして少しカールする程度あり、耐熱性の低い有機層上にも下地を損傷することなく、膜形成できることが確認された。但し、膜形成速度は実施例2に対して若干低下する。

このように、補助電極を設けることにより、従来と異なる成膜条件で高品質の膜を形成できるので、目的に応じた成膜条件の選定に融通性が増し、従来スパッタ成膜が適用されていなかった分野にも適用が可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

### 【0033】

【図1】本発明の実施の形態の部分側断面を含む斜視図。

【図 2】本発明の実施の形態のターゲット部の概略斜視図。

【図 3】図 2 の A-A 線での側断面図。

【図 4】図 3 の B-B 線での概略断面図。

【図 5】本発明の実施例に用いた補助電極の斜視図。

【図 6】本発明の実施例に用いた補助電極の斜視図。

【図 7】従来の箱型対向式スパッタユニットの斜視図。

【符号の説明】

【0034】

10 真空槽

20 基板

70 箱型対向式スパッタユニット（箱型ユニット）

71 枠体

100a、100b ターゲット部

110a、110b ターゲット

120 対向空間

130a、130b 永久磁石（磁界発生手段）

150a 支持体部

160a 冷却ジャケット

170a 電子反射手段

180a 永久磁石（磁界調整手段）

191a、191b ポール部

192 連結部

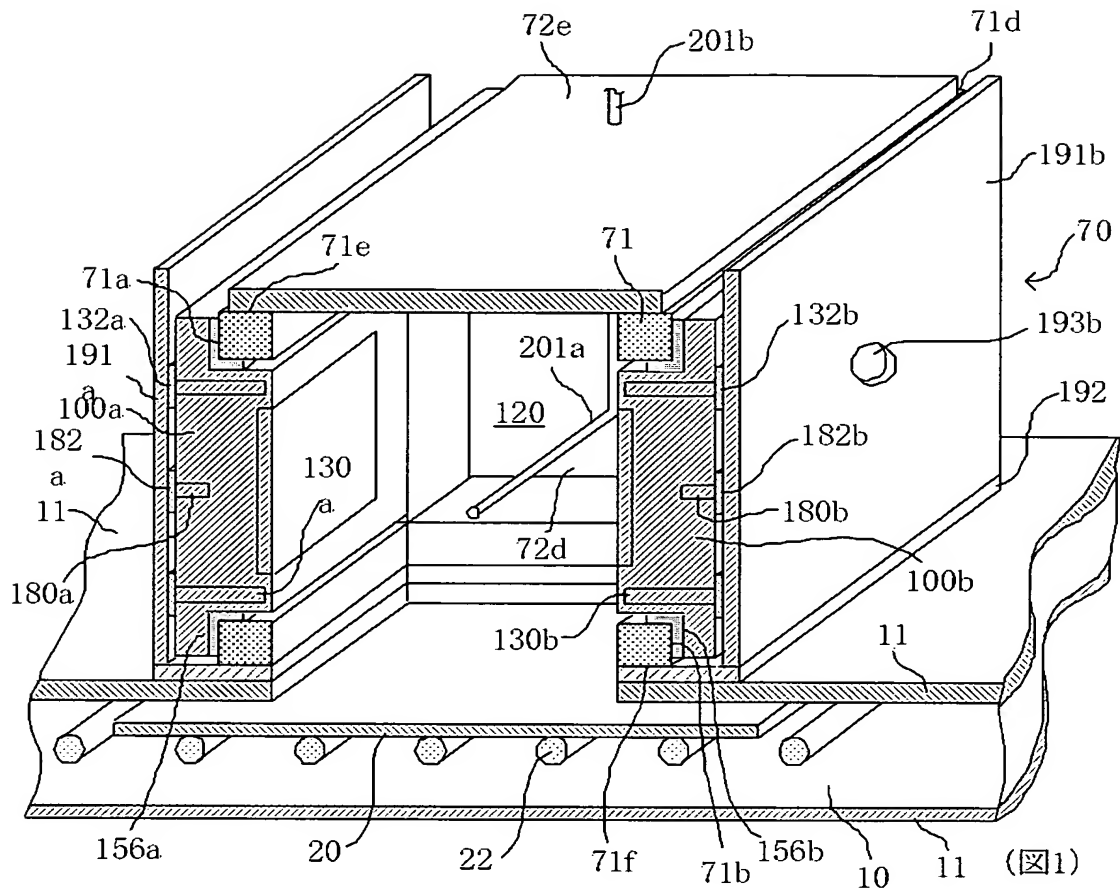
201～203 棒状電極

201a～203a 本体部

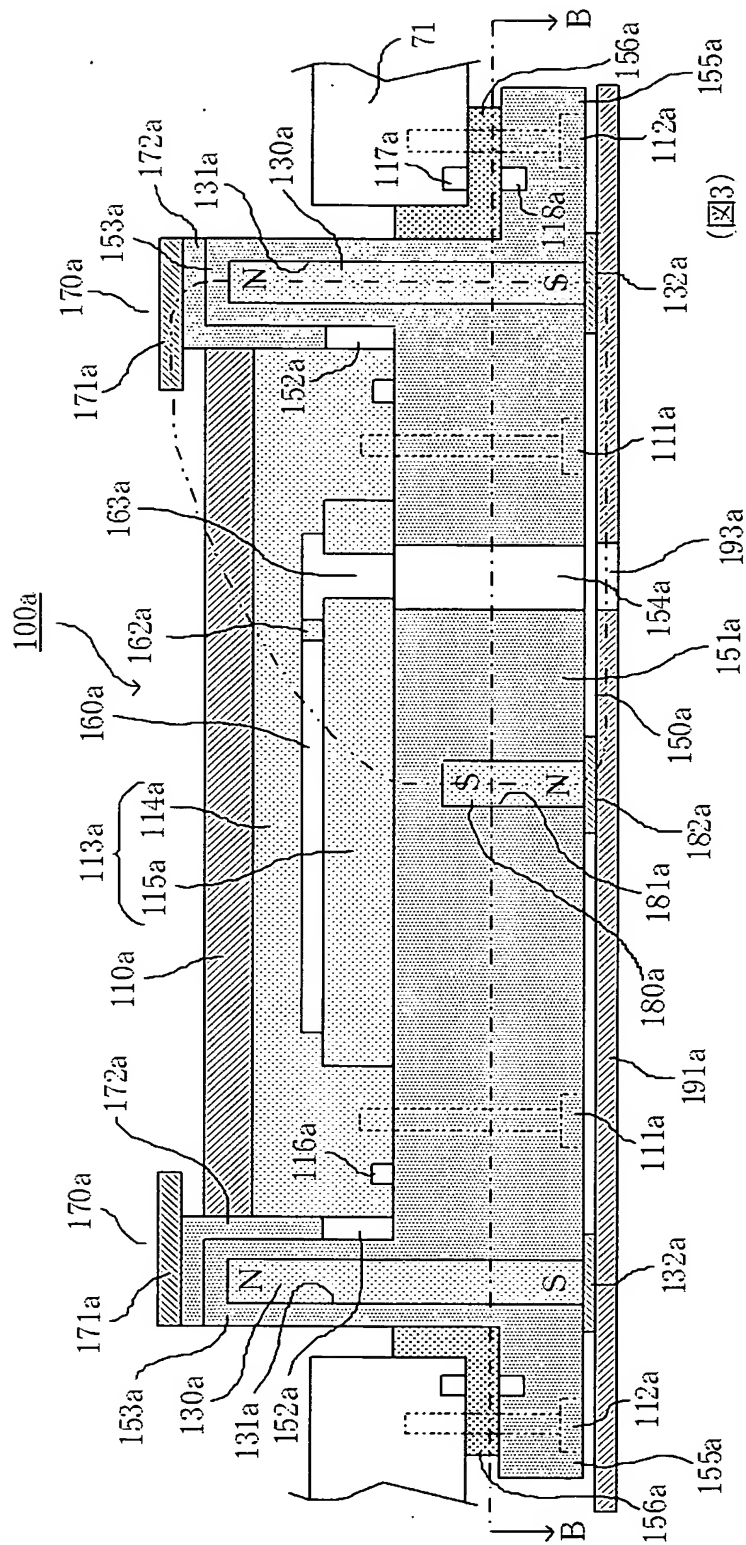
201b～203b、201c～203c 脚部

【書類名】 図面

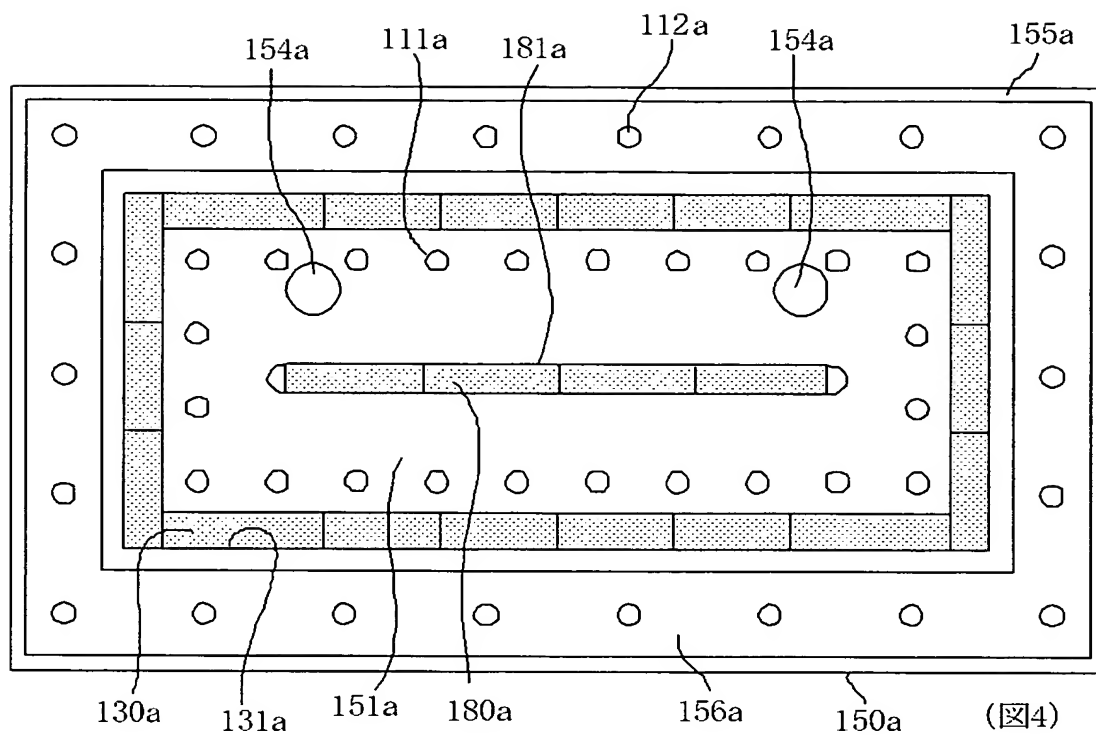
【図 1】



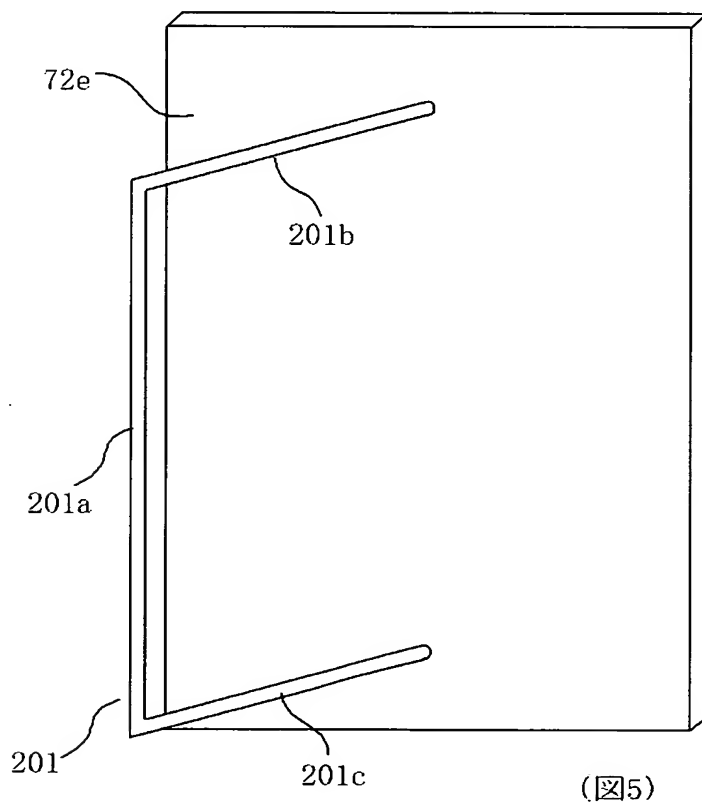
【図 3】



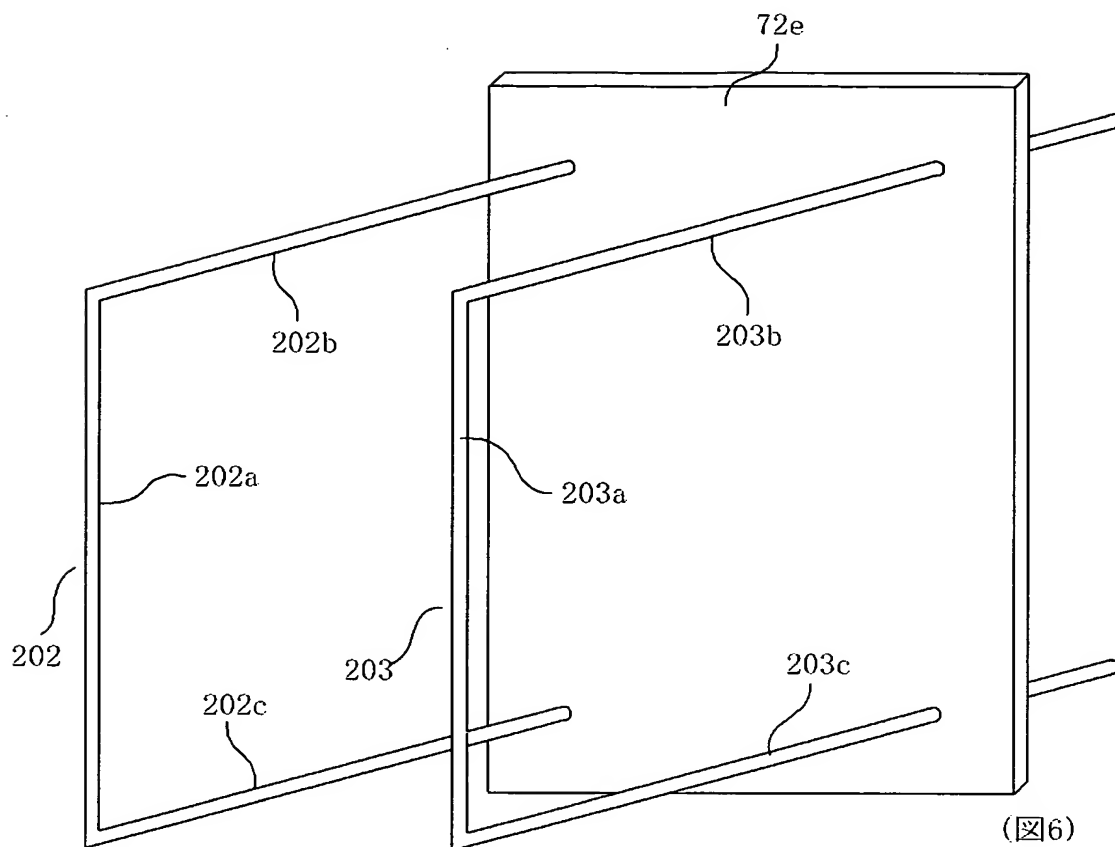
【図 4】



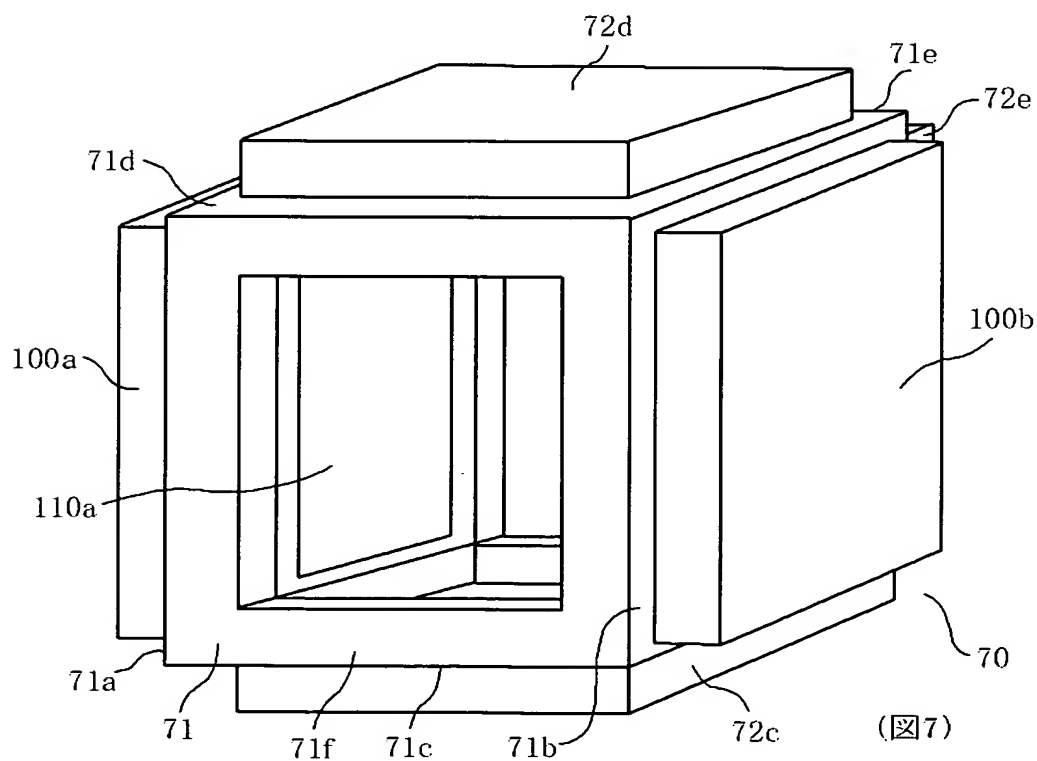
【図 5】



【図 6】



【図 7】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 低温で下層の損傷が少なく、高品質の薄膜が形成できる箱型対向ターゲット式スパッタ装置を提供する。

【解決手段】 直方体状の枠体71の6側面71a～71fのうちの一つ71fを開口した開口側面とし、ターゲットとその周囲に設けられたターゲット面に垂直方向の対向モードの磁界とターゲット面に平行な方向のマグネトロンモードの磁界を形成する永久磁石からなる磁界発生手段とを備えた一対の対向ターゲット部100a、100bをその開口側面に隣接する両側の対向する側面に取着し、その他の側面71c～71eを遮蔽板72c～72e（71c、72cは手前側で図示なし）にて遮蔽した箱型対向式スパッタユニット70をその開口側面において真空容器11に取り付け、真空容器内に開口側面の開口部に対面するように基板20を配置して基板上に薄膜を形成するようにした箱型対向ターゲット式スパッタ装置において、箱型対向式スパッタユニット70の内部のプラズマ空間に電子を吸収する補助電極201aを設けたことを特徴とする。

【選択図】 図1





特願 2 0 0 3 - 2 8 0 6 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 0 0 5 5 7 3 7 0 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

2 0 0 0 年 1 2 月 5 日  
新規登録

住 所  
氏 名

東京都八王子市宇津木町 9 4 0 番地の 1 6 5  
株式会社エフ・テイ・エスコレーション